

Helsinki 2.11.2000

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T

REC'D 24 NOV 2000

WIPO PCT



Hakija  
Applicant

ABB Industry Oy  
Helsinki

Patentihakemus nro  
Patent application no

19992031

Tekemispäivä  
Filing date

22.09.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

H02M

Keksiinon nimitys  
Title of invention

"Välipiirikondensaattoreiden jännitteen tasaus"

EJ

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.



Markketa Tehikoski  
Apulaistarkastaja

PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Välipiirikondensaattoreiden jännitteiden tasaus

### Keksinnön tausta

Tämän keksinnön kohteena on kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasauskytkentä erityisesti taajuusmuuttajan välipiirikondensaattoreita varten, joita on ainakin kaksi sarjaankytketynä välipiirijännitteeen yli.

Taajuusmuuttajien DC-puolen energiavarastona käytetään tavallisesti sarjaankytettyjä elektrolyyttikondensaattoreita. Sarjaan kytkettävien kondensaattoreiden määrä riippuu taajuusmuuttajan syöttövaihejännitteestä ja on tavallisesti yksi kappale 230 volilla, kaksi kappaletta 400 - 500 volilla, kolme kappaletta 690 volilla ja neljä kappaletta 1000 volilla. Kondensaattoreiden sarjaankytketöjä voi edelleen olla rinnankytettyinä välipiirissä. Rinnankytketöiden määrä riippuu taajuusmuuttajan lähtövirrasta.

Kondensaattoreilla on tyypillisesti toisistaan poikkeava vuotovirta, joka tarkoittaa sitä, että sarjakytkennän yli vaikuttava staattisen tilan syöttöjännite ei jakaannu tasana kondensaattoreiden kesken. Tämä saattaa johtaa tilanteeseen, missä yksittäistä kondensaattoria rasittaa dynaamisessa tilassa sallittua suurempi jännite esimerkiksi virran aaltoisuuden ja kapasitanssitoleranssien vaikutuksesta. Tämän vuoksi kondensaattoreiden rinnalle kytketään tavallisesti niin sanotut tasoitusvastukset, joiden kautta kulkeva virta on paljon suurempi kuin kondensaattoreiden vuotovirta. Tällöin staattisen tilan jännitteenjako määräytyy pääosin vastusten resistanssisuhteiden mukaisesti. Tunnettua tekniikkaa on myös käyttää vastusten lisäksi aktiivikomponentteja, esimerkiksi emitteriseuraajakytketöjä, joiden avulla saadaan terävämpi rajoitus ilman kohtuutonta tehohäviön kasvua. Aktiivikomponentteja käytettäessä komponenttikustannukset kuitenkin kasvavat.

Tyypillinen yhden kondensaattorin tasoitusvastus noin 100 kVA:n tehoisessa taajuusmuuttajassa on arvoltaan 22 kilo-ohmia, jolloin sen häviöteho esimerkiksi 500 volilla on 5,2 wattia. Koska kondensaattoreita ja vastuksia on tällä jännitteellä kaksi sarjassa, on kokonaistehohäviö 10,4 wattia. Suuremmilla jännitteillä hukkateho on tietenkin vielä suurempi.

Taajuusmuuttaja tarvitsee toimiakseen tietyn määrän aputehoa ohjaus- ja säätöpiirien sekä hilaohjainten käyttöön. Tämän tehon suuruus on tyypillisesti 10 - 20 wattia 100 kVA:n tehoisella taajuusmuuttajalla. Onkin helppo havaita, että tasoitusvastuksissa kulutetaan lähes saman verran tehoa hukkälämöksi kuin mitä tarvitaan koko taajuusmuuttajan aputehoksi. Olisi siis erit-

täin edullista, jos kondensaattoreiden tasakäynnin vaatiman tehohukan voisi käyttää hyödyksi laitteen aputehona.

### **Keksinnön lyhyt selostus**

Tämän keksinnön tarkoituksesta on aikaansaada kytkentä, joka 5 välittää edellä mainitut epäkohdat, ja mahdollistaa kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasauksen luotettavalla tavalla siten, että jännitteen tasauksen yhteydessä muodostetaan apujännitelähde. Tämä tarkoitus saavutetaan keksinnön mukaisella kytkennällä, jolle on tunnusomaista se, että tasauskytkentä käsitteää kondensaattorikohtaiset vapaasti värähtelevät invertterit, 10 joiden tulonavat on kytketty invertteriä vastaavan kondensaattorin rinnalle ja joiden lähtönavat ovat rinnankytkeytä jännitelähteen muodostamiseksi.

Keksinnön mukainen kytkentä perustuu siihen, että sarjaankytkeytien kondensaattoreiden jännitteiden tasaamiseen käytetään vapaasti värähteleviä invertteripiirejä, jotka jännitteen tasaamisen yhteydessä tuottavat jän 15 nitesyötön muissa piireissä käytettäväksi jänniteeksi. Keksinnön mukaisen kytkennän avulla saavutetaan se etu, että muutoin hukkatehoksi häviävä teho voidaan hyödyntää muissa pienä tehoa tarvitsevissa piireissä, kuten esimerkiksi taajuusmuuttajan yhteydessä sen ohjaus- ja säätöpiireissä sekä hilaohjainten apujänniteinä.

### **Kuvien lyhyt selostus**

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää keksinnön mukaista kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasauskytkentää; ja

25 Kuviot 2 ja 3 esittävät keksinnön mukaisesti kondensaattoreiden jännitteiden tasaukseen käytettäviä inverttereitä.

### **Keksinnön yksityiskohtainen selostus**

Kuviossa 1 on esitetty keksinnön mukainen kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasauskytkentä. Kuviossa 1 olevat kondensaattorit on kuvattu taajuusmuuttajan välipiiriin kondensaattoreiksi, mutta keksinnön mukainen kytkentä on käyttökelpoinen myös muissa mahdollisissa kondensaattoreiden sarjaankytkenän käyttökohteissa. Kuviossa esitetty taajuusmuuttajan välipiiri käsittää positiivisen 1 ja negatiivisen 2 jännitekiskon, joiden välille on kytketty kolme kondensaattoria 3 sarjaan. Kuviossa 1 ei ole

esitetty taajuusmuuttajan varsinaista vaihtosuuntausosaa, eli tehopuolijohteita ja niiden ohjauspiirejä, sillä keksinnön soveltaminen tai ymmärtäminen ei vaadi kyseisten komponenttien läsnäoloa.

Keksinnön mukaisesti jokaisen sarjaankytketyn kondensaattorin 5 napoihin on kytketty vapaasti värähtelevä invertteri 4. Esimerkkejä vapaasti värähtelevistä inverttereistä on esitetty kuvioissa 2 ja 3. Vapaasti värähtelevät invertterit on kytketty kuvion 1 mukaisesti siten, että jokainen sarjaankytetty kondensaattori käsittää oman invertterinsä. Näin ollen jokaisen invertterin positiivinen napa on kytketty vastaavan kondensaattorin positiiviseen napaan ja 10 negatiivinen napa negatiiviseen napaan.

Keksinnön mukaisella kytkennällä voidaan taajuusmuuttajan yhteydessä välipiirin energiavarastona toimivien elektrolyyttikondensaattoreiden jännitteenvirtauksen toteuttaa siten, että samalla tuotetaan taajuusmuuttajan tarvitsema aputeho. Kunkin kondensaattorin rinnalle kytketään kahden transistordin 11, 12 ja muuntajan 13 muodostama vapaasti värähtelevä invertteri siten, että muuntajan ensiökäämin 14 keskipiste 15 kytketään kondensaattorin positiiviseen napaan ja saman käämin vapaat päät transistoreiden kollektoreille. Tällainen keksinnön suoritusmuoto on esitetty kuviossa 2. Edelleen kuvioon 2 viitaten transistoreiden 11, 12 emitterit on kytketty kondensaattorin negatiiviseen napaan sekä kannat muutaman passiivikomponentin kera tunnetun tekniikan mukaisesti muuntajan ohjauskäämiin itsestään värähtelevän invertterin muodostamiseksi. Itsestään värähtelevällä invertterillä tarkoitetaan yleisesti sitä, että tällaisen invertterin puolijohdeklytkimien ohjaamiseen ei käytetä mitään erillisiä ohjaus- tai ajoituspiirejä. Passiivikomponenttien avulla saadaan 20 invertteri muodostumaan sellaiseksi, että värähtelyn ansiosta puolijohdeklytkimet johtavat vuoronperään ilman erillistä ohjaustehon tarvetta.

Itsestään värähtelevän invertterin muuntajan 13; 23 toisiin 16; 26 indusoituu vaihtojännite, joka tasasuunnataan tasasuuntaussillalla 17; 27 apujännitteeksi soveltuvaan tasajännitteeseen aikaansaamiseksi. Kaikkien inverttereiden täysaaltotatasuunnatut lähdöt kytketään yhteen kuvion 1 esittämällä tavalla antamaan aputehon syöttöön sovelias välijännite Va, esimerkiksi 24 V  $\pm 30\%$ . Inverttereiden muuntajien toisiokäämin kierrosluku suhteessa ensiökäämiin mitoitetaan siten, että tämä jännite saavutetaan tyypillisellä energiavarastokondensaattorin napajännitteellä. On selvää, että tälle välipujännitteelle 35 tulee sallia laajat toleranssit, sillä ensiøjännitteen vaihteluvälikin on suuri.

Käytetyistä inverteriratkaisuista riippuen, siinä olevien transistorien tulee kestää 1,2- tai 2- kertainen kondensaattorijännite, mikä pahimmassa tapauksessa eli 500 voltin verkkojännitteellä ja 30% ylijännitteellä on 878 voltia. Tällöin voidaan siis valita 1000 voltin kollektorijännitteelle mitoitettut transistorit, 5 jolloin inverterin kytkentä on yksinkertaisin (kuvio 2) tai 600 voltin transistorit, jolloin kytkentä tarvitsee muutaman lisäkomponentin (kuvio 3).

Esitetyn kaltaisen inverterikytkennän tulo- ja lähtöjännitteet noudattavat muuntajan muuntosuhteella kerrottuna toisiaan, toisin sanoen jos tulojännite kasvaa, kasvaa myös tasasuunnattu lähtöjännite vastaavasti. Inverterin mahdollisten epäideaalisuuksien vaikutus tähän riippuvuuteen on tyypillisesti erittäin pieni. 10

Koska muuntajien tasasuunnatut lähdöt on kytketty esitettyllä tavalla polariteettinsä säilyttäen yhteen, virtaa apujänniteteen pääosin sen muuntajan kautta, jonka toisijännite on suurin. Tämä tarkoittaa puolestaan sitä, että enin 15 osa apujänniteteesta otetaan siitä energiavarastokondensaattorista, jonka napajännite pyrkii olemaan muihin sarjaankytkettyihin kondensaattoreihin nähden suurin. Kondensaattorista virtaa siis energiaa, mikä merkitsee kondensaattorin napajännitteen pienemistä, kunnes se saavuttaa toiseksi suurimman napajännitetason. Tämä vuorovaikus tapahtuu kuitenkin samanaikaisesti kaikkien kondensaattoreiden kesken, jolloin lopputuloksena ovat yhtäläiset napajännitteet ja invertereille likimain tasapainotettu jakautuva aputehon syöttö. 20

Tällä tavoin on siis saavutettu energiavarastokondensaattoreiden lähes hukkatehoton ja aktiivinen tasakäynti samalla kun kytkennällä voidaan 25 syöttää apujännitettä, esimerkiksi taajuusmuuttajan yhteydessä.

Keksinnön lisätuna on invertereiden komponenttiasoinen riippumattomuus verkkosyöttöjännitteestä. Kaikissa tapauksissa samat komponentit sisältävien, sarjaan kytkettyjen invertereiden määrä kasvaa syöttöjännitteen mukana, joten suurillaan syöttöjännitteillä ei tarvita suurijännitteisiä ja kalliita 30 kytkinkomponentteja, kuten tarvitaan erillisissä suoraan välipiirijännitteestä toimivassa apuvirtalähderatkaisussa. Jos syöttöjännite on 1000 voltin tasolla, ei vakiotuotannossa olevia kytkinkomponentteja enää löydykään.

Taajuusmuuttajien lähtöteholta on taipumusta olla suurempi suurella syöttöjännitteellä. Tällöin aputehoakin tarvitaan useampien hilaohjainten vuoksi enemmän, mutta useampien sarjaan kytkettyjen välipiirikondensaattoreiden 35

vuoksi tähän tehtävään onkin käytettävissä vastaava määrä toisiopiireistään rinnankytettyjä inverttereitä.

Keksinnön mukaisessa kytkenässä käytettävä invertteri toisiotasuuuntaimineen voidaan helposti toteuttaa piirilevyn palasella tai vaikkapa 5 epoksiin valettuna yksikkönä, joka on pienihäviöisenä helppo sijoittaa suoraan tehokondensaattoreiden napoihin. Tällaisen volyymikomponentin hinta on mahdollista saada erittäin alhaiseksi ja muuntajat voidaan tarvittaessa varustaa vahvennetulla eristyksellä, jolloin aputehon välijännite voidaan tuoda maan 10 potentiaaliin esimerkiksi rinnakkaisen akkukäytön mahdollistamiseksi silloin, kun välipiirijännitettä ei ole vielä kytketty pääälle tai kun se on normaaliin toimintaan nähden liian pieni. Samoin on helppo toteuttaa maan potentiaalissa tapahtuva vahinkokäynnistyksen estopiiri.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että eksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten 15 rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

**Patenttivaatimus**

Kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasauskytkentä erityisesti vaihtosuuntaajan välipiirikondensaattoreita (3) varten, joita on aina-  
5 kin kaksi sarjaankytettynä välipiirijännitteen yli, tunnettu siitä, että tasauskytkentä käsittää kondensaattorikohtaiset vapaasti värähtelevät invertterit (4), joiden tulonavat on kytketty invertteriä vastaavan kondensaattorin rinnalle ja joiden lähtönavat ovat rinnankytetyt jännitelähteen (Va) muodostamiseksi.

**(57) Tiivistelmä**

Kondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasa-  
uskytkentä erityisesti vaihtosuuntaajan välipiirikonden-  
saattoreita (3) varten, joita on ainakin kaksi sarjaankyt-  
kettynä välipiirijännitteen yli. Tasauskytkentä käsittää kon-  
densaattorikohaiset vapaasti värähtelevät invertterit (4),  
joiden tulonavat on kytketty invertteriä vastaavan konden-  
saattorin rinnalle ja joiden lähtönavat ovat rinnankytetyt  
jännitelähteen (Va) muodostamiseksi.

(Kuvio 1)

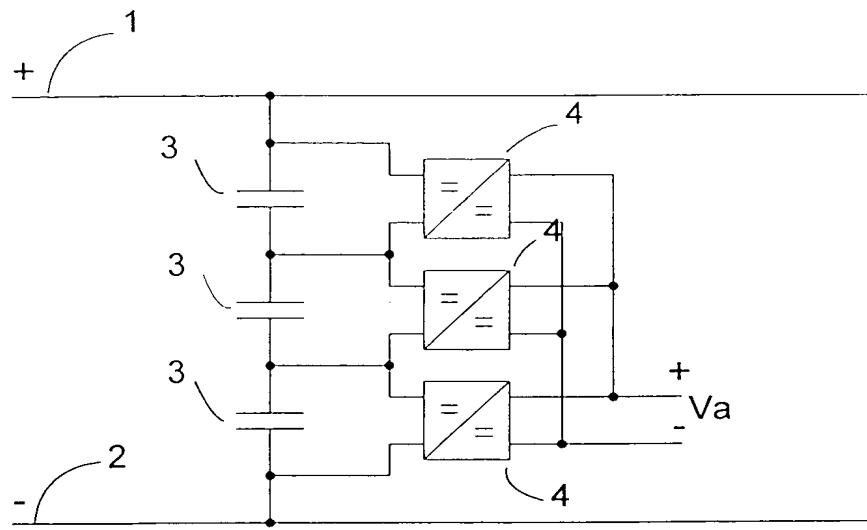


FIG. 1

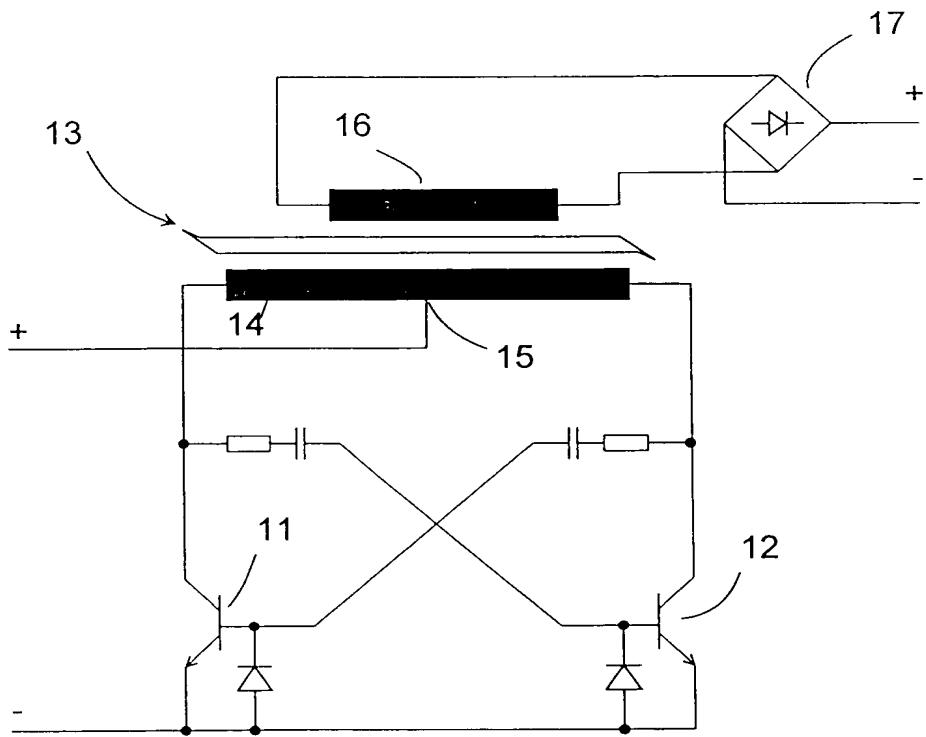


FIG. 2

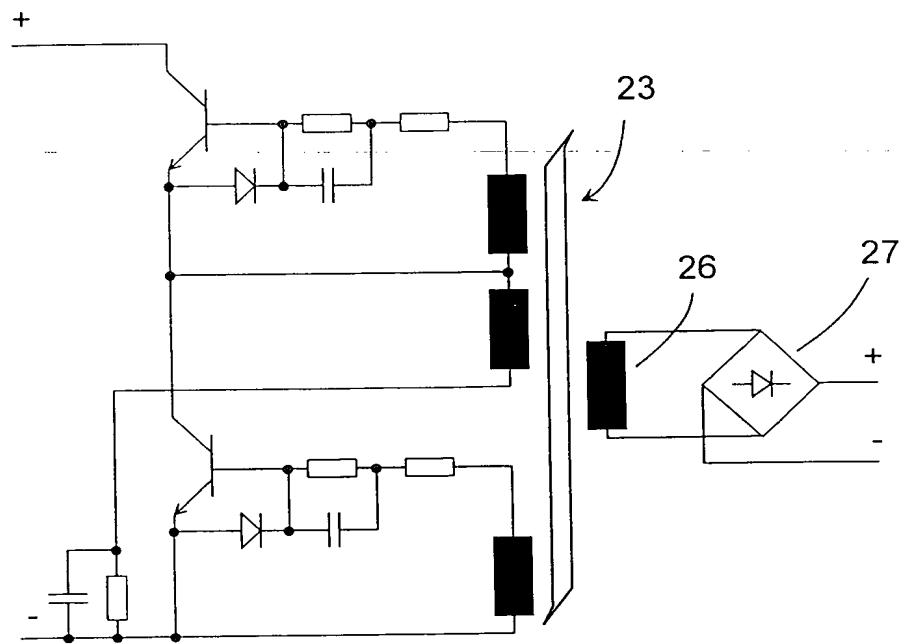


FIG. 3

12.12.2001

RECEIVED

Kolster Oy Ab

Iso Roobertinkatu 23

00120 Helsinki

KOLSTER OY AB

13-12-2001

Patentihakemus nro: 19992031  
 Luokka: H02M 5/42 / IOL  
 Hakija: ABB Industry Oy  
 Asiamies: Kolster Oy Ab  
 Asiamiehen viite: 2990692FI/ly/44/9 (P) PT  
 Määräpäivä: 12.06.2002

Patentihakemuksen numero ja luokka on mainittava kirjelmässänne PRH:lle

Julkaisusta WO A1 97/16879 (H02J 7/00, XICON AB) on aikaisemmin tullut tunnetuksi akun kennojännitteiden tasauskytkentä, missä kennokohtaisten DC-DC-konvertterien tulonavat on kytetty konvertteria vastaan akkukennon rinnalle ja joiden lähtönavat on rinnankytetty akun äärinapoihin; esim. julkaisun sivun 2 rivit 7...13, sivun 3 rivit 1...20 sekä kuviot 1.

Vaihtosuuntaajan välipiirikondensaattoreiden sarjaankytkenän jännitteiden tasaus on sinänsä tunnettua tekniikkaa julkaisusta EP A2 0911950 (H02M 7/48, General Electric Company), esim. sivu 3, rivi 57...sivu 4, rivi 4 sekä kuviot 1...3.

Julkaisun WO 97/16879 nojalla alan ammattimiehelle näyttäsi olevan ilmeistä soveltaa tätä tasauskytkentää myös julkaisun EP 0911950 vaihtosuuntaajan välipiirikondensaattoreihin. Nimenomaan vapaasti värähtelevien invertterien käytäminen toteutuksessa sekä niiden rinnankytettyjen lähtönapojen käytäminen jännitelähteen muodostamiseksi ei sisällä keksinnöllisyyttä. Hakemukseen patenttivaatimuksessa määritelty näyttäisi täten tulleen olennaisesti tunnetuksi esitetyistä julkaisuista. Hakemus ei täten näyttäisi täytävän patenttoitavuuden edellytyksiä.



Tutkijainsinööri  
Puhelin: (09) 6939 5329

Ilpo Lehtinen

Liitteet: tutkimusraportti  
viitejulkaisukopiot

Lausumanne huomautusten johdosta on annettava viimeistään yllämainittuna määräpäivänä. Jollelle ole antanut lausumanne virastoon viimeistään mainittuna määräpäivänä tai ryhtynyt toimenpiteisiin tässä välipäätöksessä esitettyjen puutteellisuuksien korjaamiseksi, jätetään hakemus sillensä (patenttilain 15 §). Sillensä jätetty hakemus otetaan uudelleen käsittelyäksi, jos Te neljän kuukauden kuluessa määräpäivästä annatte lausumanne tai ryhdytte toimenpiteisiin esitettyjen puutteellisuuksien korjaamiseksi ja samassa ajassa suoritatte vahvistetun uudelleenkäsittelymaksun. Jos lausumanne on annettu virastoon oikeassa ajassa, mutta esitettyjä puutteellisuuksia ei ole siten korjattu, että hakemus voitaisiin hyväksyä, se hylätään, mikäli virastolla ei ole aihetta antaa Teille uutta välipäätöstä (patenttilain 16 §). Uusi keksinnön selitys, siihen tehdyt lisäykset ja uudet patenttivaatimukset on aina jätettävä kahtena kappaleena ja tällöin on otettava huomioon patenttiasetuksen 19 §.

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1782/1995 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENTTIHAKEMUS NRO:	LUOKITUS
19992031	H02M 5/42, H02J 7/00

TUTKITTU AINEISTO
<p>Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat</p> <p>FI: H02M 5/40, 5/42, H02J 7/00, 15/00, H02H 7/16</p>
<p><b>Tiedonhaut ja muu aineisto</b></p> <p>EPOQUE-tiedonhakuja tietokannoista EPDOC, WPI ja PAJ</p> <p>Tutkiinustulokset: WO (SE)</p>

VIITEJULKAISUT		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Keskee vaatimuksia
Y	WO A1 97/16879 (H02J 7/00, XICON AB)	1
Y	EP A2 0911950 (H02M 7/48, General Electric Company)	1

\*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna  
 Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä  
 ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu  
 A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este

Päiväys 12.12.2001	Tutkija Ilpo Lehtinen
-----------------------	--------------------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)